

ANALISA FREKUENSI ALAMI PADA BATANG KANTILEVER BERBEBAN

Bambang Setyoko
Program Diploma III Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstract

Bambang Setyoko, in paper natural frequency analysis at cantilever stick with burden explain that the single degree of freedom (DOF) transient and steady-state forced response is fundamental to most vibration behavior, including impulse response. The frequency response function approach is emphasized in these development. Some nonlinear effects are also considered, since these effects often show up in testing.

The free undamped vibration is characterized by the inertia force and spring force canceling one another. The vibration is natural frequency. The natural frequency is a property of the system and is independent of coordinates selected to describe the system as well as of units employed in formulating the equations.

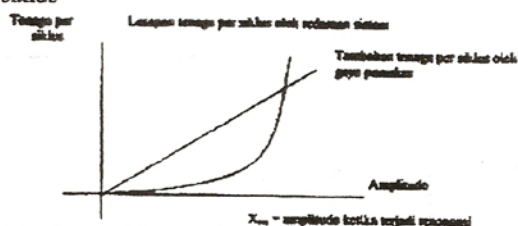
In this experiment we will look for characteristic of vibration in loaded cantilever. The natural frequency is based on load distance (x), load value ($m+M$) and spring koefisien (k). The characteristic can explained in diagram of correlation between load distance (x) and natural frequency (f_n). At x is 75 cm, we find f_n is 2,45 Hz but at x is 30 cm, f_n is 5,40 Hz. It mean's is decreasing load distance cause, natural frequency is increase.

Key words : vibration, , frequency, natural.

PENDAHULUAN.

Jika suatu struktur dikenai suatu gaya getar dari luar, maka struktur tersebut akan bergetar sendiri, karena pengaruh kelembamannya. Getaran yang ditimbulkan dinamakan getaran bebas. Dan apabila gaya pemaksa ini dikenakan secara periodic, maka getarannya dinamakan getaran paksa (*force vibration*).

Apabila frekuensi alami sistem sama dengan frekuensi gaya pemaksa, maka akan terjadi peristiwa yang disebut resonansi. Dimana pada saat itu system akan bergetar dengan amplitudo maksimum, sehingga dapat menyebabkan rusaknya struktur tersebut. Pada keadaan resonansi ini terdapat keseimbangan tenaga, yaitu bahwa tenaga yang terlesapkan oleh redaman system selama satu siklus sama dengan tambahan tenaga yang diberikan oleh gaya pemaksa selama satu siklus



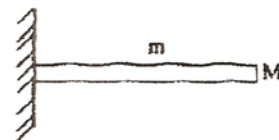
Gambar. 1. Hubungan amplitudo – tenaga per siklus.

Pada percobaan ini akan dicari karakteristik hubungan antara frekuensi pribadi sebuah batang kantilever - jarak beban pada batang tersebut terhadap

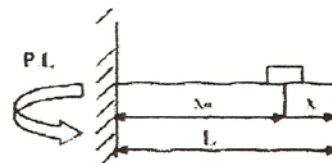
tumpuan dengan melakukan getaran pada batang kantilever sederhana.

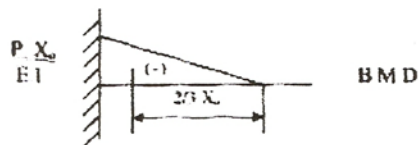
TINJAUAN PUSTAKA.

Untuk menghitung besarnya frekuensi pribadi dari batang logam terjepit, maka harus ditinjau kembali system yang dipergunakan. Sistem di atas dapat diidentikkan dengan sebuah kantilever yang dibebani dengan massa (m).



Besarnya lendutan pada ujung bebas kantilever = besarnya momen lengkung apabila bebannya adalah bidang M/EI .





Besarnya lendutan akibat massa (m) adalah

$$\delta = \frac{P \cdot X_0}{EI} \cdot \frac{X_0}{2} \left(\frac{2}{3} \cdot X_0 + X \right)$$

Untuk osilasi yang kecil, kantilever bersifat elastis sehingga didapat konstanta pegas

$$k = \frac{P}{\delta} \text{ kg / cm}$$

Momen inersia batang adalah : $I = \frac{b \cdot h^3}{12} \text{ cm}^4$

Untuk system di atas maka akan diperoleh persamaan gerakan getaran bebas tanpa teredam adalah

$$(M + m) \ddot{X} + k \cdot X = 0$$

Dari persamaan di atas akan diperoleh besarnya frekuensi pribadi system :

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{(M + m)}} \text{ Hz}$$

METODE PENELITIAN.

Untuk pengambilan data maka alat-alat percobaan disusun seperti gambar di bawah ini.

1. Accelerator "PIGA" PV-32.

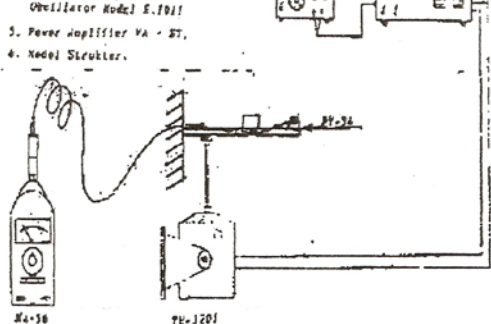
2. Sound Level Meter "HIO" HA-56.

3. Vibration Shaker VE-3201.

4. Low Distortion Function Oscillator Model E-1011.

5. Power amplifier PA-57.

6. Model Struktur.



Gambar. 2. Susunan alat-alat percobaan.

Susunan alat dihubungkan dengan sumber arus kemudian switch power amplifier diputar pada posisi on. Setelah ditunggu sebentar (untuk pemanasan alat) switch alat yang lain juga di-on-kan. Vibration shaker dihidupkan. Frekuensi oscilator diatur sedemikian hingga sound level meter menunjukkan harga simpangan struktur. Simpangan struktur yang terbesar menunjukkan saat terjadinya resonansi. Harga

frekuensi dari simpangan dicatat pada saat terjadi resonansi. Percobaan di atas diulang-ulang dengan massa tambahan (m) ditempatkan pada posisi yang berbeda dari jepitan, kemudian ditentukan frekuensi pribadi system.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

Apabila frekuensi alami system sama dengan frekuensi gaya pemaksa, maka akan terjadi peristiwa yang disebut resonansi. Pada saat itu system akan bergetar dengan amplitudo maksimum, sehingga dapat menyebabkan rusaknya struktur. Dari percobaan di dapat data sebagai berikut :

Tabel 1. Perhitungan frekuensi pribadi.

No.	X ₀ (cm)	k (N/cm ²)	f _n (Hz)	f _r (Hz)	A (dB)
1	75	399,79	2,45	3,4	80
2	60	580,32	2,97	3,8	85
3	45	963,34	3,75	4,0	89
4	30	2032,76	5,40	4,5	90

Keterangan :

X₀ : Jarak beban dari tumpuan

k : Konstanta Pegas

f_n : Frekuensi Pribadi

f_r : Frekuensi maks. Resonansi

A : Amplitudo

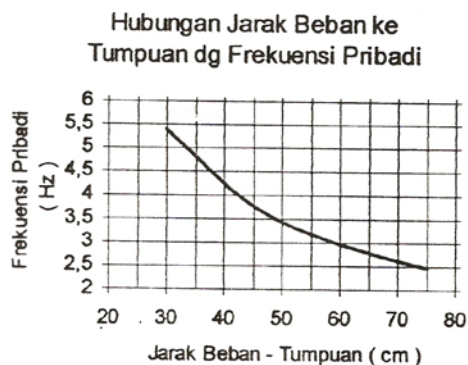
Dari hasil pengamatan dan perhitungan maka dapat dibuat grafik hubungan jarak beban-tumpuan dengan frekuensi pribadi seperti terlihat pada gambar di bawah. Dengan jarak beban dari tumpuan jepit sebesar 75 cm didapat frekuensi pribadi sebesar 2,45 Hz dan amplitudo 80 dB. Dan frekuensi maksimal pada eksperimen ini didapat sebesar 5,40 Hz dengan jarak beban 30 cm dari tumpuan dan terjadi amplitudo maksimum sebesar 90 dB.

Selain itu dari percobaan tersebut dan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa dengan semakin pendek jarak massa beban ke tumpuan (ujung jepit) maka amplitudo maksimum yang terjadi akan bertambah besar. Ini berarti bahwa kantilever dengan ukuran yang pendek (jarak tumpuan ke massa beban lebih pendek) akan mempunyai ketahanan terhadap frekuensi lebih tinggi dibanding kantilever yang berukuran panjang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.

Apabila amplitudo respons lebih besar daripada amplitudo ketika terjadi resonansi maka tenaga yang terlepas per siklus lebih besar daripada yang ditambahkan oleh gaya pemaksa, maka akibatnya amplitudo akan mengecil. Apabila frekuensi gaya pemaksa tidak sama dengan frekuensi alami system , maka respons akan kecil sekali.



Gambar.3 Grafik Hubungan Jarak Beban-Tumpuan dengan Frekuensi Pribadi Batang Bergetar.

Dari pengamatan di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Peristiwa resonansi terjadi apabila frekuensi system sama dengan frekuensi gaya pemaksa.
- Pada waktu terjadi peristiwa resonansi, maka system akan bergetar dengan amplitudo maksimum.
- Pada keadaan resonansi ini terdapat keseimbangan tenaga antara tenaga yang terlesapkan oleh redaman system selama satu siklus dengan tambahan tenaga yang diberikan oleh gaya pemaksa selama satu siklus pula.
- Semakin pendek jarak massa beban ke tumpuan (ujung jepit) maka frekuensi pribadi semakin besar/tinggi demikian juga sebaliknya semakin jauh jarak beban ke tumpuan, frekuensi pribadi batang makin kecil/rendah.

Selain itu dari percobaan tersebut dan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa dengan semakin pendek jarak massa beban ke tumpuan (ujung jepit) maka amplitudo maksimum yang terjadi akan bertambah besar. Ini berarti bahwa kantilever dengan ukuran yang pendek (jarak tumpuan ke massa beban lebih pendek) akan mempunyai ketahanan terhadap frekuensi lebih tinggi dibanding kantilever yang berukuran panjang.

Saran

- Untuk menghindari terjadinya resonansi karena frekuensi pribadi sama dengan frekuensi getaran pemaksa dari luar, maka sedapat mungkin penempatan tumpuan sedekat mungkin dengan titik pusat berat dari konstruksi.
- Jika frekuensi pribadi di bawah frekuensi operasi sebuah konstruksi maka sedapat mungkin frekuensi pribadi ini dilewati dengan cepat.
- Jika frekuensi pribadi di atas frekuensi operasi sebuah konstruksi maka konstruksi harus dijaga jangan sampai frekuensi gaya dari luar yang terjadi sama dengan frekuensi pribadi konstruksi tersebut.

DAFTAR NOTASI.

- m = massa beban.
 E = modulus elastisitas baja.
 M = massa batang.
 I = momen inersia penampang batang.
 P = gaya beban.
 δ = lendutan batang
 L = jarak beban ke tumpuan.
 b = lebar penampang batang
 h = tinggi penampang batang
 g = percepatan gravitasi.

DAFTAR PUSTAKA.

1. Kenneth G, Mc Connell, 1995, **Vibration Testing, Theory and Practice**, John Willey and Sons Inc, USA.
2. Mc Lean and Nelson, **Engineering Mechanics**, Mc Graw Hill Book Co, USA
3. Nash, William A, **Strength Of Materials**, Mc Graw Hill Book Co, USA.
4. Seto, William W, Ir Dines Ginting, 1985, **Getaran Mekanis**, Seri buku Schaum, Erlangga, Jakarta.
5. Thompson, William T, Dra Ica Prasetyo, Msc, 1998, **Teori Getaran Dengan Penerapannya**, Erlangga, Jakarta.
6. Vierck, Robert K, Dr Ir Dicky Rezady Munaf, MS, MSCE, 1995, **Analisis Getaran**, PT Eresco, Bandung.